

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-159668

(43)Date of publication of application : 12.06.2001

(51)Int.Cl.

G01R 33/02

H01L 43/00

H05K 1/16

(21)Application number : 11-343036

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 02.12.1999

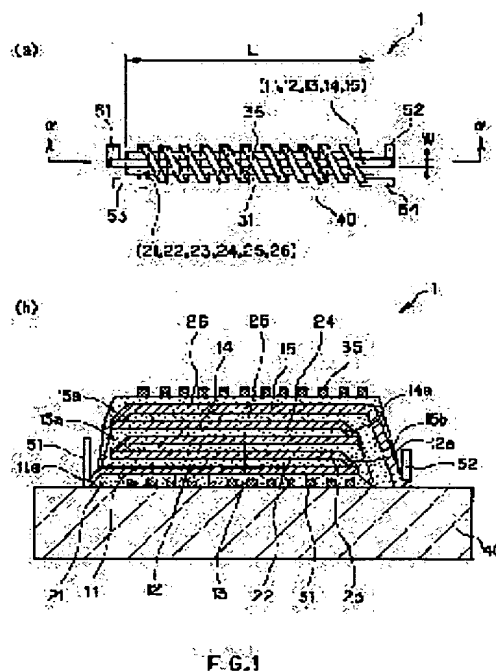
(72)Inventor : SHINOURA OSAMU
MIYAUCHI DAISUKE
YAMAOKA HIDEHIKO

(54) MEMBRANE ELECTRONIC COMPONENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly sensitive compact membrane electronic component, particularly a magnetic sensor.

SOLUTION: In this membrane electronic component, a plurality of conductor line layers 11, 12, 13... and insulator layers 21, 22, 23... for electrically insulating the conductor line layers from one another are laminated inside the surface of a substrate substantially in a vertical direction, and the plurality of conductor line layers 11, 12, 13... are electrically connected in series.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-159668

(P2001-159668A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001.6.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 1 R 33/02		G 0 1 R 33/02	D 2 G 0 1 7
H 0 1 L 43/00		H 0 1 L 43/00	4 E 3 5 1
H 0 5 K 1/16		H 0 5 K 1/16	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平11-343036	(71) 出願人	000003067 ティーディーケイ株式会社 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
(22) 出願日	平成11年12月2日 (1999.12.2)	(72) 発明者	篠浦 治 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
		(72) 発明者	宮内 大助 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
		(74) 代理人	100098006 弁理士 皿田 秀夫 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜電子部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高感度で小型の薄膜電子部品、特に磁界センサを提供する。

【解決手段】 本発明の薄膜電子部品は、基体上40に、複数の導体ライン層11、12、13…と、該導体ライン層間の電氣的絶縁のための絶縁体層21、22、23…とが、基体の面内に対して実質的に垂直方向に積層されており、前記複数の導体ライン層11、12、13…が電氣的に直列に接続されているように構成される。

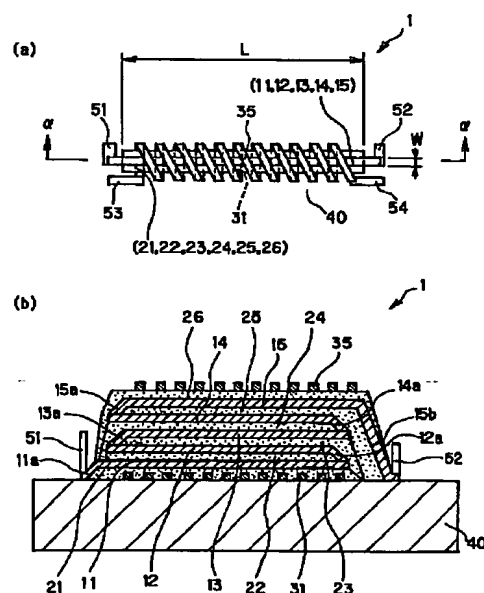


FIG.1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体上に、複数の導体ライン層と、該導体ライン層間の電氣的絶縁のための絶縁体層とが、基体の面内に対して実質的に垂直方向に積層されており、前記複数の導体ライン層が電氣的に直列に接続されていることを特徴とする薄膜電子部品。

【請求項2】 前記複数の導体ライン層は、3層以上の導体ライン層から構成される請求項1に記載の薄膜電子部品。

【請求項3】 前記複数の導体ライン層が、磁性体から構成される請求項1または請求項2に記載の薄膜電子部品。

【請求項4】 前記複数の導体ライン層と前記絶縁体層が順次積層され、実質的に一体化された積層体構造の外周を巻回するように導体コイルが形成されてなる請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の薄膜電子部品。

【請求項5】 前記複数の導体ライン層が、軟磁性薄膜からなり、導体ライン層長手方向の外部磁界を検出する磁界センサとして構成される請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の薄膜電子部品。

【請求項6】 前記導体ライン層に高周波電流を印加し、かつ巻回された構造の導体コイルにも検出のための電流を印加することにより、外部磁界を検出するように作用してなる請求項5に記載の薄膜電子部品。

【請求項7】 磁気インピーダンス効果を用いた磁界センサとして構成される請求項4ないし請求項6のいずれかに記載の薄膜電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スバッタ、蒸着、めっき等により成膜された膜厚数十 μm 以下の薄膜である導体ライン層を機能層として用いた小型薄膜電子部品、特に外部磁界を電気信号に変換する磁界センサに関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、インダクターや磁界センサ等の薄膜電子部品において、電流を通電するための機能層である導体層は、その目的により様々な形状にパターンニングされて使用されているのが現状である。

【0003】パターンニング形態に関し、IEEE Trans.Magn. MAG-20, No.5, p1804(1984)には、コイルを形成する導体層の形状として、スパイラルコイルとミアンダー(meander)コイルについての比較検討が報告されている。

【0004】また、日本応用磁気学会研究会資料、107-4, p25(1998)には、導体層として磁気抵抗効果を示すパーマロイ(NiFe)薄膜をミアンダー状にパターンニングした磁界センサ、さらにはライン(短冊)状にパターンニングし、その端部を別の導体であるアルミニウムで電氣的に直列に接続した構造も開示されている。

【0005】一方、地磁気のような微小磁界を検出する

方法において、特に注目されているものとして特開平11-109006号に開示された技術がある。当該技術は、基板上に磁性薄膜を成膜し、その長手方向両端に電極を設けた磁気インピーダンス効果(MI効果)素子に関するものである。

【0006】この磁気インピーダンス効果は、毛利佳年雄先生により提案されたものであり、長方形または線状の強磁性体の短辺(幅)方向、円周方向に予め磁気異方性を付与しておくことに特徴がある。このものは、長手方向からの磁界により、磁性体の磁化ベクトルが回転し、幅方向の透磁率が上昇し、それにより表皮効果が増加するために強磁性体のインピーダンスが増加することを利用している。

【0007】さらに、特開平8-330744号には、MI効果を示す磁性薄膜をミアンダー形状にパターンニングした構造が開示されている。これは、MI効果素子では、インピーダンスそのものの絶対値が高いほうが、両端電圧またはLC発振回路での出力を高くでき、動作をより安定させるのに有利となるためである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、導体層を平面上にミアンダー形状にパターンニングすると、当然のことながら、パターン全体が占める面積が大きくなってしまい、1枚のウエハから作製される素子の個数が減少する。すなわち、価格が高くなってしまいう問題点がある。さらに、ミアンダー形状の導体に巻回する導体コイルを作製した場合には、この巻回コイルの幅が広くなり、結果として巻回コイル効率の低下を招いていた。また、導体層が磁性体で、この磁性体の磁化により外部磁界を検出する磁界センサとして用いる場合には、磁性体が幅方向に広がったことと等価であり、結果として磁界検出の空間分解能が低下するという不都合が生じていた。

【0009】このような実状のもとに、本発明は創案されたものであって、その目的は、高感度で小型の薄膜電子部品、特に磁界センサを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本発明は、基体上に、複数の導体ライン層と、該導体ライン層間の電氣的絶縁のための絶縁体層とが、基体の面内に対して実質的に垂直方向に積層されており、前記複数の導体ライン層が電氣的に直列に接続されているように構成される。

【0011】また、本発明の好ましい態様として、前記複数の導体ライン層は、3層以上の導体ライン層から構成される。

【0012】また、本発明の好ましい態様として、前記複数の導体ライン層は、磁性体から構成される。

【0013】また、本発明の好ましい態様として、前記複数の導体ライン層と前記絶縁体層が順次積層され、実

質的に一体化された積層体構造の外周を巻回するように導体コイルが形成される。

【0014】また、本発明は、その好ましい態様として、前記複数の導体ライン層が、軟磁性薄膜からなり、導体ライン層長手方向の外部磁界を検出する磁界センサとして構成される。

【0015】また、本発明は、その好ましい態様として、前記導体ライン層に高周波電流を印加し、かつ巻回された構造の導体コイルにも検出のための電流を印加することにより、外部磁界を検出するように作用してなるよう構成される。

【0016】また、本発明は、その好ましい態様として、磁気インピーダンス効果を用いた磁界センサとして構成される。

【0017】本発明の薄膜電子部品によれば、特に、ミアンダー形状の導体層と同じ長さの導体部を有しながら、1枚のウェハーから製造出来る素子の個数を増やすことが可能であり、安価な薄膜電子部品を提供することができる。さらに巻回されたコイルの幅が小さいために、効率的な励磁を実現でき、高効率化が図られる。さらに薄膜電子部品を磁界センサとして用いる場合には、磁界検出部が小さいために空間分解能が高いセンサが作製可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的実施の形態について詳細に説明する。

【0019】図1(a)は、本発明の薄膜電子部品の好適な一例である磁界センサ1を概略的に示した平面図(上面図)であり、図1(b)は図1(a)の α - α 方向の断面矢視図である。ただし、図1(b)の図面は本発明の構成の理解が容易となるように、上下の厚さ方向の寸法は実際よりはかなり拡張された形態で描かれている。

【0020】これらの図に示されるように、磁界センサ1は、基板としての基板40の上に、複数の導体ライン層11、12、13、14、15と、該導体ライン層間の電氣的絶縁のための絶縁体層22、23、24、25が基板40面内に対して実質的に垂直方向に(基板40から上に延びるように)積層されており、しかも前記複数の導体ライン層11、12、13、14、15が電氣的に直列に接続されているように構成されている。

【0021】すなわち、図1(b)に示されるように、基板40上に略長方形の磁性薄膜からなる導体ライン層11、12、13、14、15が、絶縁体層22、23、24、25をはさんで、垂直方向に折り返した構造のいわゆるミアンダー構造となっている。ここで、導体ライン層11と導体ライン層12との接続は、導体ライン層12から降下する連結端部12aにより実現され、導体ライン層12と導体ライン層13との接続は、導体ライン層13から降下する連結端部13aにより実現さ

れ、導体ライン層13と導体ライン層14との接続は、導体ライン層14から降下する連結端部14aにより実現され、導体ライン層14と導体ライン層15との接続は、導体ライン層15から降下する連結端部15aにより実現される。このような各導体ライン層同士の直列接続は、図1(b)に示されるように絶縁体層22、23、24、25の形態を工夫することで容易に実現できる。

【0022】また、最上部に位置する導体ライン層15の終端部は、基板の位置まで降下して基板40上に形成された電極パッド52に接続される。最下部に位置する導体ライン層11の終端部は、基板40上に形成された電極パッド51に接続される。

【0023】さらに図1(a)、(b)に示されるように、前記複数の導体ライン層と前記絶縁体層が順次積層され、実質的に一体化された積層体構造の外周を巻回するように薄膜の導体コイル31、35(これらはコイル状に一体化されている)が形成されている。より詳細には、導体ライン構造を巻回する方向に薄膜コイルが、下部コイル層31と上部コイル層35(これらはコイル状に一体化されている)とから構成され、上述のミアンダー構造の導体ライン層とは、上下にそれぞれ配置された絶縁層21、26により絶縁されている。前述したようにミアンダー構造の導体ライン層の両端部にはそれぞれ、電極パッド51、52が設けられ、また、薄膜の導体コイル31、35の両端部の電流導入部にはそれぞれ電極パッド53、54が設けられている。

【0024】図1に示される構造のものを、MI(磁気インピーダンス)センサとして用いる場合についてさらに詳細に説明する。MIセンサは、矩形磁性体の幅方向(図1(b)の紙面奥行き方向)に磁気異方性を付与し、長手方向(図1(b)の左右方向)からの磁界により磁化方向が変化することで生じるインピーダンス変化を検出するものである。このため、導体ライン層11、12、13、14、15にはスパッタ、またはめっき法等により作製されたNiFe、NiFeP、CoFe、CoNiFe、CoFeP、NiFeMo、FeZrN、FeN等の公知の各種の軟磁性の薄膜を用いる。また、導体ライン層の端部電極である電極パッド51、52から高周波電流を通電する。さらに前記強磁性体からなる導体ライン層に実質的に巻回された導体コイル31、35にバイアス電流を、端部電極である電極パッド53、54から通電し、外部磁界をキャンセルする等の方法を用いて検出する。

【0025】なお、MIセンサ等の導体ライン層に高周波電流を流す方式の素子においては、検出のための巻回された導体コイル層への高周波成分ノイズ混入防止のために、素子基板裏面に導電化処理を行いアース端子と接続することが有効である。例えば、スパッタ銅膜を裏面全面に成膜し、素子を固定する基板のアース部分と半田

等で接合することで、アースラインとの電氣的接続と同時に基板への固定強化も図ることが可能である。

【0026】さらに、高周波ノイズ防止のためには、高周波電流が流れる全ての導体ライン層（HL）が、検出のための巻回されたコイル層およびその引き出し線等々の導体ライン（SL）と直交するように配置することが好ましい。なおどうしても、HLとSLが平行に近い状態に配置しなくてはならない場合には、距離を離すことが好ましい。

【0027】本発明において、導体ライン層の実質的な幅（W）や、実質的なライン長（L）等に特に制限はないが、長さ（L）／幅（W）で表されるアスペクト比は、20以上が好ましく、特に好ましくは40以上である。アスペクト比が20未満となると、全体の抵抗値が低く素子の効率が低下してしまう傾向にある。また、磁界センサとして用いる場合には低磁界での感度が悪くなってしまう。アスペクト比の上限は特に制限はないが、300以上では素子の小型化が困難になったり、製造が困難となったりする。また、導体ライン層の積層数（図1では5層が例示）、すなわちミアンダー折返し回数は2回では本発明の効果が小さいので3回以上、特に、5〜30回の折返し回数を設けることが望ましい。3回以上の回数の上限に特に制限はないが、30回を超えると、工程が複雑となり歩留まりが低下してしまう傾向にある。

【0028】導体ライン層11、12、13、14、15の厚さは、0.1〜50 μm が好ましい。特に、MIセンサとして用いる場合には1〜10 μm が好ましい。導体ライン層の厚さが、0.1 μm 未満では抵抗が高くなってしまい、また、50 μm を超えると製造が困難となってしまう。

【0029】また、本発明では積層された導体ライン層の間に絶縁体層が形成される。本発明のための絶縁体層としては、導体ライン層を構成する材料よりも抵抗が高い材料ならばいずれの材料も使用可能である。つまり、公知の各種の有機膜、例えば熱硬化フォトレジスト（ノボラック系、ポリイミド系）に加えて、さらに公知の無機膜、例えばSiO₂やDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜、誘電体材料を用いることも可能である。

【0030】MI磁界センサ用絶縁層として熱硬化ノボラック樹脂を用いた場合には、絶縁体層の層厚は、0.5〜100 μm 、特に、1〜30 μm が望ましい。0.5 μm 未満では絶縁が不十分であり、また、100 μm を超えると製造が困難となってしまう。

【0031】本発明の各導体ライン層は、図1に示されるように、ほぼ矩形で、上述したようにその長軸端部において上下の導体ライン層と電氣的に直列接続されている。この接続部（図1（b）における連結端部12、13a、14a、15a）は、導体ライン層と同一材料で作製するのが一般的であるが、別の導電体材料により構

成してもいっとうに差し支えない。

【0032】ここで、本発明の構造および特徴の理解がより明確になるように、参考までに従来の素子のミアンダー構造について簡単に説明しておく。従来の公知の平面ミアンダーパターンは、基板の上に複数の導体ライン層が並列に一定間隔で配置され、かつ、これらの導体ライン層は各端部で電氣的に直列に接続されている。従って、従来の平面ミアンダーパターンにおいて、導体パターン幅W、導体間スペースS、折返し回数Nとすると、5回折返し（N=5）では、全体の幅は、（5W+4S）となる。これに対して本発明では、たとえ20回折り返しても、幅はWのままであり一定であることがわかる。

【0033】以下、MI磁界センサの場合について、本発明と従来例との比較をも交えて詳細に説明する。導体ライン層は、NiFe膜とし、その膜厚は5 μm 、ライン層の幅W=100 μm 、スペースS=100 μm 、9回折返しとする。検出用の導体コイルはCu膜を用い、膜厚5 μm とする。また、絶縁体層は熱硬化フォトレジストを用い、膜厚5 μm とする。

【0034】以上の構成の素子において、従来の平面ミアンダーパターンでは、全体幅は1700 μm となるのに対して、本発明では100 μm である。また、基板を除いた全体厚は従来法では25 μm 程度であり、本発明では65 μm 程度となる。また、巻回されたコイルの断面積は、従来法では幅が2000 μm 、上下コイル間が20 μm であるので、40,000 μm^2 となる。これに対して、本発明では幅が200 μm 、上下コイル間が90 μm であるので、18,000 μm^2 となり、上記従来法の半分以下である。

【0035】また、本発明の垂直折返し構造の導体ライン層の一体化物を平面上に複数個並べ、その間を直列、あるいは並列に接続しても差し支えない。例えば、9回折返しの本発明の導体ライン層の一体化物を2個並べて、その間を直列接続すれば、18回折返しとなる。この場合に、全体の幅は2W+Sとなるが、従来平面パターンに比べて大きな効果があることは言うまでもない。

【0036】また、本発明におけるMIセンサ以外の応用については、例えばIEEE Trans.Magn. MAG-20, No.5, p1804(1984)に開示されている様な小型インダクタ、トランス等の各種の薄膜電子部品に適用可能である。

【0037】

【実施例】以下に具体的実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

【0038】[実験例1]

【0039】MI磁界センサを以下の要領で具体的サンプルとして作製した。

【0040】表面に熱酸化皮膜を有する3インチφシリコンウエハー基板40上に、下部コイル31をパターン電気Cuめっき法により形成した。次いで、熱硬化ノボ

ラック樹脂からなる下部絶縁層 21 上に NiFe めっき膜からなる磁性薄膜磁気コア（導電ライン層 11）をパターン電気めっき法により成膜した。さらに熱硬化性ノボラック樹脂からなる絶縁層の形成、および磁性薄膜磁気コア（導電ライン層）の形成を交互に繰り返し、多層構造のミアンダーパターンからなる直列接続された磁性導体ライン層を形成した。そして、上部コイル 35 と最上部の導体ライン層間の絶縁層を作製後、上部コイル 35 を作製、さらに、電極部としての電極パッド 51、52、53、54 および保護膜を形成しウエハプロセスを完了した。

【0041】個々の素子に切断分離した後に、各素子の特性評価を行った。また別途、従来公知の平面ミアンダーパターンを用いた比較 MI センサを試作した。

【0042】なお、双方の MI センサの感磁部である、導体ライン部は、磁性体幅 100 μm 、長さ 1500 μm 、折返し回数 9 回と全く同じ寸法とした。

【0043】まず、1 枚のウエハからの取り数を比較するに、本発明サンプルでは、1 枚のウエハから作製される素子の個数は 1500 個であった。これに対して、比較例サンプルでは 1 枚のウエハから作製される素子の個数は 300 個であった。

【0044】次いで、完成した磁界センサの導体ライン部（磁気コア部）に周波数 50 MHz 高周波電流を印加し、MI 効果が得られる状態とした。そして外部磁界を検出する手法として、インピーダンス変化が起こらないように巻回導体コイルに電流を印加し、外部磁界をキャンセルする負帰還方式で検出実験を行った。

【0045】最初に 0.03 mT の均一磁界での、検出感度を測定したところ、従来例の比較サンプルでは 0.35 V/ μT であった。これに対して、本発明の実施例サンプルでは 0.65 V/ μT と 2 倍近い値が得られた。これは、励磁コイルの効率が極めて高いためであった。

【0046】次に、図 2 に示される要領で、200 μm ピッチに N-S 交互に着磁された磁気スケールを用いて位置検出を行った。磁気スケールの着磁ピッチ（ピッチ方向は図面の上下方向）に対して、素子の基板面を垂直とした縦置きと、基板面を水平とした横置きとの 2 種類の方法で、位置検出を行った。

【0047】比較例サンプルでは、縦置きではピッチ検出が出来たが、横置きでは不可能であった。これは磁性体が幅 1700 μm にわたって広がっているためである。これに対して本発明の実施例サンプルでは、縦置き、横置きとも十分なピッチ検出が可能であり、空間分解能が 2 軸（横置き方向、および縦置き方向）とも 200 μm 以下であることが確認できた。

【0048】【実験例 2】

【0049】次に、ミアンダーパターンが、磁性体ではなく、通常の導体ライン層（導体コイルとして作用）の

場合の実施例および比較例について、導体コイル層の上下に配置された磁性体が閉磁路構造で形成されている外鉄型インダクタを具体的サンプルとして作製した。

【0050】ミアンダーパターンを構成する複数の導体ライン層において、各々の導体ライン層は、ライン幅 40 μm 、ライン長 2000 μm 、層厚 10 μm の銅めっき膜とした。このような導体ライン層を用い、実施例 1 と同様の熱硬化レジスト層 10 μm を絶縁層として複数の導体ライン層間に介在させ、8 回折り返した垂直折返しミアンダーコイルを作製した。このミアンダーコイルを作製する前に、下部磁性層として NiFe 膜を 5 μm 成膜し、その上に絶縁層を設けた。またミアンダーコイル作製した後にも絶縁層を介して、上部磁性層を下部磁性層と同様に成膜した。上部磁性層と下部磁性層は、その幅方向の端部で直接接合しており閉磁路構造となっている。この外鉄型インダクタサンプルを実施例 2 サンプルとした。

【0051】同様に、1 本の導体ライン層パターンが、ライン幅 40 μm 、ライン長 2000 μm 、層厚 20 μm の銅めっき膜を、20 μm の間隔において平面的に折り返したミアンダーコイルを有する外鉄型インダクタサンプルを作製し、このものを比較例 2 サンプルとした。ちなみに、この比較例 2 サンプルは、IEEE Trans. Magn. MAG-20, No. 5, p1804 (1984) に開示されている小型インダクタに相当するものである。

【0052】実施例 2 サンプルのインダクタにおける磁路長は、約 300 μm なのに対して、比較例 2 サンプルでは約 1000 μm と 3 倍以上である。この結果、インダクタンスも、実施例 2 サンプルは、比較例 2 サンプルに比べて 2 倍以上の高い値を示した。

【0053】

【発明の効果】上記の結果より本発明の効果は明らかである。すなわち、本発明の薄膜電子部品は、基体上に、複数の導体ライン層と、該導体ライン層間の電氣的絶縁のための絶縁体層とが、基体の面内に対して実質的に垂直方向に積層されており、前記複数の導体ライン層が電氣的に直列に接続されているように構成されているので、特に、ミアンダー形状の導体層と同じ長さの導体部を有しながら、1 枚のウエハから製造出来る素子の個数を増やすことが可能であり、安価な薄膜電子部品を提供することができる。さらに巻回されたコイルの幅が小さいために、効率的な励磁を実現でき、高効率化が図られる。さらに薄膜電子部品を磁界センサとして用いる場合には、磁界検出部が小さいために空間分解能が高いセンサが作製可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 (a) は、本発明の薄膜電子部品の好適な一例である磁界センサを概略的に示した平面図（上面図）であり、図 1 (b) は図 1 (a) の $\alpha-\alpha$ 方向の断面矢視図である。

10

20

30

40

50

【図2】本発明の薄膜電子部品の好適な一例である磁界センサの使用例の一例を模式的に示した図面である。

【符号の説明】

1…薄膜電子部品（磁界センサ）

11, 12, 13, 14, 15…導体ライン層

* (21), 22, 23, 24, 25, (26)…絶縁体層

31, 35…導体コイル

40…基板

* 51, 52, 53, 54…電極パッド

【図1】

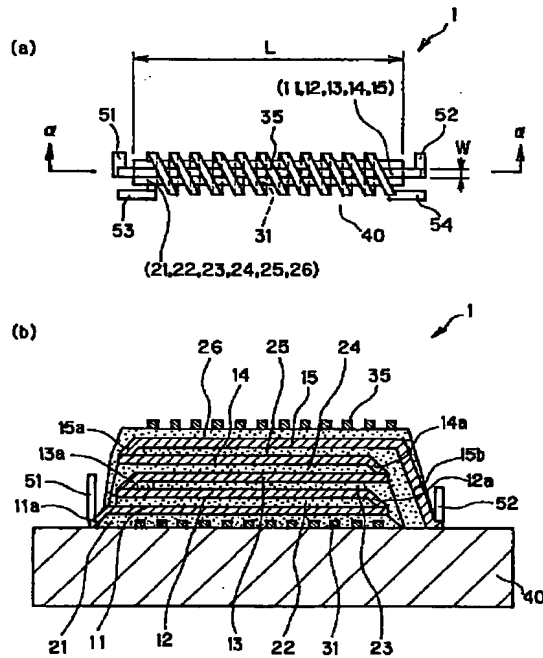


FIG.1

【図2】

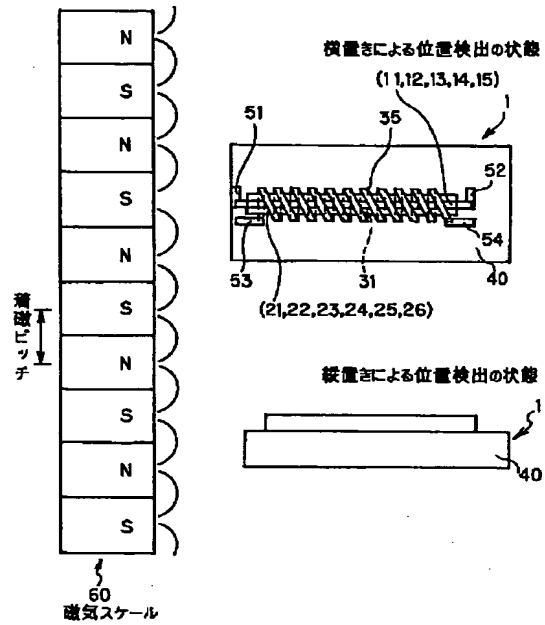


FIG.2

フロントページの続き

(72)発明者 山岡 英彦

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AC02 AD04 AD05 AD51

AD63 AD65

4E351 8B03 8B10 8B11 8B17 8B25

BB26 8B27 8B32 CC01 DD11

DD17 DD19 DD21 DD28 DD37

DD45 DD48 GG20